UNIVERZITET U BEOGRADU

RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET

Katedra za pripremu mineralnih sirovina

ZBORNIK RADOVA

X KOLOKVIJUM
O PRIPREMI MINERALNIH SIROVINA

Beograd, 8. decembar 2023.

X Kolokvijum o pripremi mineralnih sirovina
ZBORNIK RADOVA

RECENZENTI:
Prof. dr Predrag Lazić
Prof. dr Milena Kostović

UREDNIK:
Prof. dr Milena Kostović

PREDSEDNIK UREĐIVAČKOG ODBORA RUDARSKO-GEOLOŠKOG FAKULTETA:
Doc. dr Dragana Nišić

ČLANOVI UREĐIVAČKOG ODBORA:
Dr Marija Živković, *van. prof.*; *dr* Dragana Nišić, *docent*; *dr* Milanka Negovanović, *van. prof.*; *dr* Ivana Vasiljević, *van. prof.*; *dr* Danica Srećković Batoćanin, *red. prof.*; *dr* Biljana Ablomasov, *red. prof.*; *dr* Ranka Stanković, *van. prof.*; *dr* Nevenka Đerić, *red. prof.*; *dr* Suzana Lutovac, *van. prof.*; Marina Bukavac

IZDAVAČ:
Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet
Katedra za pripremu mineralnih sirovina

Radovi su štampani u izvornom obliku uz neophodnu tehničku obradu. Autori odgovaraju za svoje stavove i saopštene podatke. Nijedan deo ove publikacije ne može biti reprodukovan, presniman ili prenošen bez pismene saglasnosti izdavača

KOMPJUTERSKI SLOG:
Dr Durica Nikšić

ŠTAMPA: SaTCIP, Vrnjačka Banja
Tiraž: 150 komada

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

622.7(082)

КОЛОКВИЈУМ о припреми минералних сировина (10 ; 2023 ; Београд)

Zbornik radova / X kolokvijum o pripremi mineralnih sirovina, Beograd, 8. decembar 2023. ; [urednik Milena Kostović]. - Beograd : Rudarsko-geološki fakultet, Katedra za pripremu mineralnih sirovina, 2023 (Vrnjačka Banja : SaTCIP). - [15], 195 str. : ilustr. ; 25 cm

Tiraž 150. - Str. [9-10]: Predgovor / Organizacioni odbor. - Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 978-86-7352-395-8

a) Руде -- Припрема -- Зборници

COBISS.SR-ID 131574793

Beograd, 2023. godine
ISBN 978-86-7352-395-8
©Sva prava zadržava izdavač

ORGANIZATOR:

Katedra za pripremu mineralnih sirovina

Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd

POČASNI ODBOR:

Prof. emeritus dr Nadežda ĆALIĆ, red. prof. u penziji
Prof. dr Slaven DEUŠIĆ, red. prof. u penziji
Prof. dr Svetlana POPOV, red. prof. u penziji
Prof. dr Rudolf TOMANEC, red. prof. u penziji
Prof. dr Dušica VUČINIĆ, red. prof. u penziji
Prof. dr Vladimir ČEBAŠEK, rukovodilac Rudarskog odseka, RGF
Prof. dr Biljana ABOLMASOV, dekan Rudarsko-geološkog fakulteta

NAUČNI ODBOR:

Prof. dr Predrag LAZIĆ, RGF - Beograd
Prof. dr Milena KOSTOVIĆ, RGF - Beograd
Dr Đurica NIKŠIĆ, RGF - Beograd
Prof. dr Jovica SOKOLOVIĆ, Tehnički fakultet - Bor
Dr *Dragan RADULOVIĆ, ITNMS - Beograd*
Dr Dragan MILANOVIĆ, IRM - Bor
Mr Zorica VUKADINOVIĆ, Ministarstvo rudarstva i energetike R. Srbije
Mr Jasmina NEŠKOVIĆ, Rudarski institut - Zemun

ORGANIZACIONI ODBOR:

Prof. dr Milena KOSTOVIĆ, predsednik
Master ing. Marina BLAGOJEV, sekretar
Prof. dr Predrag LAZIĆ, član
Dr Đurica NIKŠIĆ, član
Dipl. ing. Branislav MIKOVIĆ, član

Organizovanje X Kolokvijuma o pripremi mineralnih sirovina i štampanje zbornika radova finansijski su pomogli:

Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije

Rudarski odsek Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd

Elixir Prahovo

SADRŽAJ:

SADRŽAJ: 5

PROFESOR DR DRAGIŠA DRAŠKIĆ 9

ISPITIVANJE SEPARABILNOSTI UGLJEVA PRIMENOM KOEFICIJENTA SEPARABILNOSTI, IW I NGMI INDEKSA 1

LABORATORIJSKO I POLUINDUSTRIJSKO ISPITIVANJE USPEŠNOSTI FLOTACIJSKE KONCENTRACIJE MINERALA CERUZITA RUDNOG LEŽIŠATA OČEKALJ, RUDNIKA GEOMET D.O.O. OLOVO BIH 12

KARAKTERIZACIJA PEPELA, ŠLJAKE I GIPSA U CILJU RAZVOJA TEHNOLOGIJE NJIHOVOG ZAJEDNIČKOG ODLAGANJA 30

POLIMORFNE PROMENE MATERIJE NASTALE MLEVENJEM MINERALA 39

PROCENA RIZIKA OD UDESA NA FLOTACIJSKOM JALOVIŠTU RUDNIKA „LECE" PRE I POSLE SANACIJE 54

UTVRĐIVANJE PARAMETARA MOKROG MLEVENJA FOSFATA U KOMPANIJI „ELIXIR" PRAHOVO 66

SAVREMENA OPREMA ZA ODVODNJAVANJE PROIZVODA FLOTACIJSKE KONCENTRACIJE 75

ANALIZA RIZIKA FLOTACIJSKIH JALOVIŠTA 84

MODERNIZACIJA FLOTACIJA U OKOLINI BORA 92

STUDIJA IZVODLJIVOSTI NADZEMNE GASIFIKACIJE LIGNITA KAO MOGUĆE KONCEPTUALNO REŠENJE ZA STRATEŠKI PRISTUP PRAVEDNOJ ENERGETSKOJ TRAZICIJI 103

UNAPREĐENJE PROCESA PRIPREME I PRERADE LIMONITNE RUDE U POSTROJENJU GMS – OMARSKA 111

PROIZVODNJA UGLJA IZ SEKUNDARNOG TEHNOGENOG LEŽIŠTA NA RUDNIKU UGLJA KOVIN 122

PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA I TRETMAN MULJA IZ POSTROJENJA ZA PMS- PREDUSLOVI, METODE I IZAZOVI 136

OPŠTI FAKTORI ODLAGANJA CEMENTNIH SMEŠA JALOVINE KAO ZAPUNA U RUDNICIMA 153

EU POJEKTI -MOGUĆNOST I ŠANSA ZA UKLJUČIVANJE I ANGAŽMAN NAUČNIH KADROVA IZ GEOLOGIJE I RUDARSTVA (POSEBNO PMS-STRUKE). SA OSVRTOM NA PROJEKAT RIS-

ANALIZA RIZIKA FLOTACIJSKIH JALOVIŠTA

Sandra Milutinović[1], Milena Kostović[2], Ljubiša Obradović[1], Sanja Petrović[1], Srđana Magdalinović[1]

[1] Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor,, Zeleni bulevar 35, 19210 Bor, Srbija

[2] Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Đušina 7, 11120 Beograd, Srbija

Sažetak: U Srbiji i u svetu, dogodile su se brojne akcidentne situacije na flotacijskim jalovištima usled havarija. Pojave akcidenata zaslužuju da budu predmet istraživanja u cilju otkrivanja mehanizma njihovog nastajanja, obima i dometa ugrožavanja kako života ljudi tako i životne sredine, kako bi se inicirali zahtevi za projektovanje i ugradnju zaštitnih sistema čija pouzdanosti treba da bude veća od ukupne verovatnoće opasnosti. U ovom radu je dat primer i prikazana je analiza rizika od pojave akcidentnih situacija gde se naglašava da pri izgradnji flotacijskih jalovišta treba sprovesti da grešake pri projektovanju i kasnije izgradnji flotacijskih jalovišta budu minimalne pooštravanjem kontrole i predviđenih propisa.

Ključne reči: Jalovišta, akcidantne situacije, izlivanje jalovine, poplavni talas

UVOD

Jalovišta predstavljaju velike i važne rudarske i industrijske objekte, koji se nalaze na kraju tehnološkog procesa prerade i valorizacije korisnih minerala iz rude, gde je njihova osnovna funkcija trajno zbrinjavanje i deponovanje jalovine. Prema gradnji, flotacijska jalovišta svrstavaju se u: brdsko - dolinski, ravničarski, dubinski, podvodni i kombinovani tip odlaganja. Brdski (dolinski) i ravničarski tip u suštini imaju iste konstruktivne karakteristike i sličan način građenja. Kod ovih vrsta odlagališta grade se inicijalne brane, čija visina zavisi od zapremine akumulacionog prostora i načina gradnje brana [1].

Flotacijska jalovišta su najčešće locirana u blizini flotacija i grade se prema topografiji terena. Formiranje flotacijskih odlagališta može da se vrši u dolinama reka i potoka, na ravnom terenu i u prirodnim depresijama i otkopanim prostorima površinskog kopa. Bezbednost flotacijskih jalovišta se ne odnosi samo na proces rudarske proizvodnje i izgradnju, već se odnosi i na bezbednost ljude koji žive nizvodno od jalovišta i okoline [2].

Obzirom da ovi objekti ne donose direktan prihod preduzeću uglavnom se posmatraju samo kao trošak, pri čemu im se često ne poklanja dovoljno pažnje, što dovodi do toga da se skoro sva domaća jalovišta tokom svog operativnog rada susreću sa manjim ili većim problemima.

Tokom projektovanja jalovišta posebna pažnja se posvećuje njihovoj stabilnosti i funkcionalnosti, koja se ni u jednom trenutku ne sme dovesti u

pitanje. Savremena tehnička rešenja u projektovanju jalovišta uključuju i najbolje dostupne tehnike preporučene od strane EU, koje zajedno sa višedecenijskim iskustvom projektanata, garantuju da će jalovišta koja se budu izgradila u potpunosti sa projektnom dokumentacijom biti operativno pouzdana i stabilna tokom čitavog ekaploatacionog perioda.

UZROCI NASTAJANJA AKCIDENTNIH SITUACIJA NA FLOTACIJSKIM JALOVIŠTIMA

Akcidentne situacije na flotacijskim jalovištima nastaju usled prirodnih nepogoda, tehničkih nedostataka i kombinacijom ova dva uzroka. Tom prilikom dovode do pojave opasnih rizika po životnu sredinu gde se zagađuju vode, zemljište, biljke, uništava se stanište životinja i ugrožava se bezbednost ljudi i njihovih kuća usled poplavnog talasa. U cilju predviđanja obima pojedinih udesa potrebno je odmah pri projektovanju flotacijskih jalovišta izvršiti procenu verovatnoće nastajanja ovakvih akcidentnih situacija i štete na terenu koja je prouzrokovana ovakvim situacijama. To se vrši na osnovu statističkih metoda i poređenjem sa zbivanjima na sličnim jalovištima i primenom teorema iz teorije verovatnoće i pouzdanosti flotacijskih odlagališta pri radu u uslovima delovanja tehničko - tehnoloških nedostataka i prirodnih nepogoda. Istraživanjem je zaključeno da su najčešći uzroci havarija kod nas i u bivšoj Jugoslaviji prouzrokovani uslovima delovanja tehničkih nedostataka i nepoštovanjem projektnih rešenja. Pojava akcidentnih situacija na flotacijskim jalovištima izazvanim tehničkim nedostacima su:

- Neadekvatna projektna rešenja (loša procena),
- Nepoštovanja projektnih rešenja (nepouzdana gradnja: brana, kolektora ispod jalovišta i brana, drenažnih sistema i prelivnog organa),
- Odsustva kontrole i ne poštovanja propisa.

Najčešća neadekvatna projektna rešenja su:

- loše procene pri izboru i pripremi lokacije za gradnju brana i flotacijskog jalovišta,
- greška u dimenzionisanju jalovišta i izboru oblika
- izbor vrste i količine materijala za izgradnju brana,
- način ugrađivanja materijala.

Nepoštovanje projektnih rešenja koje je dao projektant pri čemu dolazi do:

- Kvarova na hidrauličnom i gravitacionom transportu pulpe (pucanja cevi i pojave pukotina na betonskim kanalima, zapušenja i prelivi).
- Drenažni sistem ne vrši svoju funkciju
- Kvarova na sistemu za povratnu vodu iz taložnog jezera (plovećoj pumpnoj stanici),

- Nefunkcionisanja prelivnog (ispusnog) organa,
- Nefunkcionisanja sistema za orošavanje suvih površina brana.

Akcidentne situacije na flotacijskim jalovištima izazvanim prirodniim katastrofama (nepogodama) mogu se javiti usled:

- Erozije, odnosno promene fizičkih i geoloških procesa koji dovode do klizanja u akumulacioni prostor i stvaranja poplavnog talasa koji može ugroziti branu i dovesti do njenog rušenja,
- Pojava pukotina i kaverni u kraškom terenu,
- Dugotrajnih kiša i naglog otapanja snega u vidu velikih voda koje dovode do erozije brana i obodnih nasipa jalovišta,
- Zemljotresi (tektonski, vulkanski, urvinski i veštački usled miniranja),
- Vetrovi orkanske jačine koji izazivaju peščane oluje i eroziju brane - premeštanje ciklonskog peska sa brana u okolinu.

U zavisnosti od vrste opasnosti od nepoštovanja tehničkih uslova i verovatnoće da do pojave akcidenta pri normalnim uslovima rada na flotacijskim odlagalištima dođe, ugrađuju se sistemi za otkrivanje opasnosti radi sprečavanja akcidentnih situacija - sistemi za obaveštavanje i uzbunjivanje. Verovatnoća efikasnosti sistema za otkrivanje opasnosti i suzbijanja opasnosti je u vezi sa pouzdanošću predviđenog sistema i primenjenog načina primene sistema u otklanjanju havarija. Na flotacijskim odlagalištima zbog prirode poslova, sistemi za otkrivanje ispoljavanja potencijalne opasnosti i otklanjanje havarija su kombinovani. Sastoje se od ugrađenih piezometara koji služe za merenje vode unutar brane i flotacijskog odlagališta (pokazuju položaj linije provirnih voda, koje utiču na stabilnost brane) i postupaka zaposlenih radnika određenih za otkrivanje pojava opasnosti na odlagalištu (kontrolu ispoljavanja opasnosti vrše svojim čulima). Ovakav vid zaštite od nastajanja havarija, koji uglavnom zavisi od ljudskog faktora ne može biti visok. Za praćenje karakteristika koji utiču na stabilnost brana i celokupnog jalovišta može vršiti druga komapanija koja izrađuje izveštaje o oskultaciji jalovišta.

AKCIDENTNE SITUACIJE NA FLOTACIJSKIM JALOVIŠTIMA U SVETU

Na osnovu dosadašnjih istraživanja i proceni poznatih istorijskih slučajeva akcidentnih situacija na jalovištima u svetu, utvrđeno je oko 220 slučajeva katastrofa na branama na jalovištima, od kojih se 26 nalazi u Evropi. Ova analiza je podeljena u 6 sekcija koje uključuju lokaciju brane, njene fizičke i konstruktivne karakteristike, stvarni i navodni uzrok akcidenta, hidrodinamiku mulja, socio-ekonomske posledice i uticaje na životnu sredinu [3].

Evropa je na drugom mestu po prijavljenim nesrećama (18%), više od jedne trećine njih u branama visine 10–20 m. U Evropi je najčešći uzrok havarije velika količina padavina, dok je manjak pojava povezanih sa seizmikom, što je drugi uzrok lomljenja brane na jalovištima drugde u svetu. Preko 90% incidenata se dogodilo u aktivnim rudnicima, a samo 10% se odnosi na napuštena jalovišta.

Preteći ljudskom zdravlju/životu i životnoj sredini, ozbiljne nesreće koje su se dogodile u Evropi su:

- u Rumuniji - Baja Mare, 2000. godine, kada se dogodilo izlivanje cijanida u reku Samoš blizu grada Baja Mare. Zagađene vode nošene rekom Samoš završile su u Tisi i Dunavu i izazvale pomor ogromnog broja riba u Mađarskoj i Rumuniji. Katastrofa je okarakterisana kao najveća u Evropi nakon Černobiljske katastrofe. Do ove katastrofe je došlo kada je došlo do proboja brane na taložnim jezerima za jalovinu u postrojenjima fabrike i rudnika zlata u mestu Baja Mare. Brana koja je zadržavala kontaminiranu vodu je pukla i 100.000 m3 vode zagađene cijanidima se izlilo preko obradivih površina, a nakon toga u reku Samoš. Smatra se da je do proboja brane došlo zbog nepovoljnih vremenskih uslova i propusta koji su napravljeni tokom izgradnje brane [4].
- u Španiji - Aznalkolar, 1998. godine, kada je došlo do izlivanja 6.000.000 m3 kiselog mulja sa visokim sadržajem arsena (10.000 t), cinka i olova (16.000 t) bakra, kadmijuma, selena i ostalih materijala korišćenih u procesu pripreme mineralnih sirovina. Uzork ove akcidentne situacije je loša struktura i otpornost brane i flormiranje vodenog sočiva koji su doveli do popuštanja brane usled povećanog pritiska na nju [5].
- u Italiji – jalovište Stava, 1985.godine, gde je došlo do proboja dva nasipa na jalovištu što je dovelo do izlivanja velike količine otpadnog materijala koji je usmrtio oko 250 ljudi, uništio šezdesetak zgrada i nekoliko mostova. Proboj na prvom nasipu direktno je izazvao udes na drugom nasipu. Procenjuje se da je oko 180.000 m3 mulja, peska i vode uliveno u rečni tok reke Stava odakle je dalje transportovan rekom Avizio. Drenažna cev koja je trebalo da evakuiše vodu sa jalovišta je oštećena usled težine prethodno deponovanih slojeva što je dovelo do nepravilnog rada drenaže. U međuvremenu sve operacije su nastavljene normalno i nivo vode na jalovištu se konstantno povećavao što je dovelo do povećanja pritisaka na branu i dovelo do njenog pucanja. Voda koja se izlila je zatim ugrozila drugu branu koja se nalazila na nižoj koti i izazvala njeno rušenje 30 sekundi kasnije [6].
- u Mađarskoj, kod mesta Ajka – u postrojenju za preradu aluminijuma, 2010. godine došlo je do izlivanja „crvenog mulja“ nakon akcidentne situacije na jalovištu. Posledice ove akcidentne situacije su poplavljena dva sela nizvodno kao i uliv ovog otpada preko potoka u reku Dunav oko 160 km.
- u Švedskoj – rudnik Aitik, izlilo se oko 2,5 miliona kubnih metara jalovine u susedno jezero.

- u Makedoniji - Tokom proteklih godina došlo je do tri proboja brana koje su izazvale katastrofe u Republici Makedoniji. Svi su prouzrukovali značajne štete posebno na vazduh, vode i zemljišta. Takve nesreće su se desile u rudniku olova i cinka Zletovo u Probišipu, rudniku bakra Bučim i poslednja u rudniku olova i cinka Sasa (Septembar 2003) [7].
- u Srbiji – Leposavić – 2021. godine došlo je do izlivanja vode i manje količine jalovišnog materijala u reku Ibar, usled erodovanja dela nasipa. Erozija nastala usled dejstva kako atmosferske vode i procednih voda iz samog akumulacionog prostora jalovišta, prouzrokuje školjkanje unutrašnje (spoljašnje) kosine i njeno obrušavanje. Usled dejstva procednih voda dolazi do iznošenja čestica peska, usled čega nastaju depresije i nakon toga, kada koeficijenat stabilnosti padne ispod kritičnog, dolazi do obrušavanja delova spoljašnje kosine. Kasnije usled jačih padavina nastaju veće ili manje jaruge tokom čitave dužine spoljašnje kosine, što kako lokalno tako i generalno može uticati na smanjenje koeficijenta stabilnosti ugroženih brana i nasipa.

Postoji još primera zabeleženih akcidentrnih situacija kako u Evropi tako i u SAD-u. Nekoliko istraživanja pokušalo je da sumira uzroke velikih kvarova na branama na jalovištima širom sveta. Najnoviju i sveobuhvatniju sintezu izvršila je Međunarodna komisija za velike brane (ICOLD) [8].

Oni su nabrojali oko 220 incidenata na jalovištima, na osnovu prethodne baze podataka američke Komisije za velike brane [9], prikupivši veliki broj informacija o incidentima u SAD (185 incidenata na jalovini) koji su se desili u periodu 1917–1989. Ovu bazu podataka je dopunila Američka agencija za zaštitu životne sredine [10] nedavnim slučajevima štete u SAD.

Integrisani istraživački projekat finansiran od strane Evropske unije sproveden je između 2002. i 2005. godine sa opštim ciljem poboljšanja bezbednosti TMF-a (Sustainable Improvement in Safeti of Tailings Facilities– TAILSAFE, http://vvv.tailsafe.com/). Cilj TAILSAFE-a je bio da razvije i primeni metode procene i merenja parametara za procenu i poboljšanje stanja bezbednosti jalovišta, sa posebnom pažnjom na stabilnost jalovišta i muljnih voda, posebnim rizicima koji su inherentni kada takvi materijali uključuju toksični ili opasni otpad i procedure za autorizaciju i upravljanje jalovištem. U TAILSAFE-u su razmotreni aspekti projektovanja jalovišta, upravljanja vodama i transporta jalovine, nedestruktivnih i minimalno intruzivnih metoda ispitivanja, praćenja i primene senzora, intervencija i opcija sanacije. Okvir za smanjenje rizika (TAILSAFE Parameter Framevork) je uspostavljen da doprinese izbegavanju katastrofalnih udesa i opasnosti od jalovišta. Jalovina iz rudarstva i pripreme mineralnih sirovina bila je obuhvaćena TAILSAFE-om. Projekat se fokusirao na izbegavanje opasnosti razvojem procedura i metoda za ispitivanje i poboljšanje stabilnosti jalovišta.

POSLEDICE AKCIDENTNIH SITUACIJA

Akcidentne situacije na flotacijskim jalovištima mogu imati razorne posledice. Procena posledica podrazumeva na prvom mestu analizu poplavnog talasa do čijeg formiranja može doći usled havarije na jalovištu, odnosno usled pucanja brana.

Posledice koje se uočavaju mogu se svrstati u tri grupe:

- ljudske žrtve,
- ekonomske i
- ekološke.

Na osnovu zabeleženih slučajeva udesa u prošlosti, ne postoji nikakva funkcionalna zavisnost između količine isteklog materijala i ljudskih gubitaka [11].

Ekonomske posledice predstavljaju materijalnu štetu nastalu usled udesa i one obuhvataju:

- Prekida rada postrojenja ili celog rudnika,
- Sanaciju degradiranih površina,
- Štete koje je prouzrokovala ta akcidentna situacija na kućama, putevima itd.

Dugoročnije posledice od ekonomskih posledica su ekološke posledice. Ove posledice u globalu podrazumevaju degradiranje kvaliteta površinskih i podzemnih voda, zemljišta i vazduha u okolini, što preciznije obuhvata:

- Dugoročno čišćenje degradiranih površina od izlivene jalovine,
- Narušavanje vegetacije,
- Narušavanje staništa zivotinja,
- Emisiju prašine i gasova sa skorele površine izlivenog otpada.

ZAKLJUČAK

Od krucijalnog značaja za procenu rizika eksploatacije jedne deponije je razumeti potencijalnu opasnost koja joj preti i koja može izazvati udes. Ključno pitanje u ovom radu moglo bi da bude: „Koji je najveći rizik?“ Ne postoji jasan odgovor na ovo pitanje. Najosjetljiviji parametri i najkritičniji uticaji, njegova učestalost kao i ozbiljnost štetnog događaja mogu se menjati od lokacije do lokacije u zavisnosti od vrste jalovine, periodične promene u konstrukciji brane, distribucije i pritiska vode u tranzicionoj zoni. U svakom slučaju, ako želimo da identifikujemo relevantnost parametara koji predstavljaju rizik ili ranjivih tačaka objekta, primorani smo da analiziramo složene procese i scenarije i moramo

proceniti verovatnoću interaktivnog uticaja i efekata. Koraci koji moraju da se urade za bilo koju konkretnu lokaciju su da se identifikuje opasnost, da se proceni opasnost, da se proceni rizik i da li je uopšte potrebno rizikovati. Sa tim ciljem dobro je osvrnuti se na zabeležene istorijske udese i učiti se na tuđim greškama [8][11].

ZAHVALNICA

Ovaj rad je finansijski podržalo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, ugovor br. 451-03-47/2023-01/ 200052.

LITERATURA

[1] Lekovski R., Bugarin M.,Mikić M., Uzroci nastajanja udesa na flotacijskim jalovištima u Srbiji, Rudarski radovi, Volume 3, 2012., Pages 99-114.

[2] Briaud. J. L. Case Histories in Soil and Rock Erosion: Woodrow Wilson Bridge, Brazos River Meander, Normandy Cliffs, and New Orleans Levees. [J], Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 2008, 134(10): 1424-1447;

[3] M. Rico, G. Benito, A.R. Salgueiro, A. Díez-Herrero, H.G. Pereira, Reported tailings dam failures: A review of the European incidents in the worldwide context, Journal of Hazardous Materials, Volume 152, Issue 2, 1 April 2008, Pages 846-852 https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.07.050

[4] "Romania's poison dump", http://news.bbc.co.uk/2/hi/programmes/correspondent/755780.stm, May 19, 2000

[5] Bečelić M., Industrijski akcidenti, izvori, zagađenja životne sredien neorganskim materijama. Univerzitet u Novom Sadu, 2008.

[6] F. Luino and J. V. De Graff, „The Stava mudflow of 19 July 1985 (Northern Italy): a disaster that effective regulation might have prevented" (PDF). Natural Hazards and Earth System Sciences. Copernicus Publications. 12: 1030—1042. 2012.

[7] B. Golomeov, M. Golomeova, B. Krstev: Some hazardous appearances in flotation tailings dumps in domestic mines. Perspectives of Innovations, Economics & Business, Volume 7, Issue 1, 2011. pp 80-83.

[8] ICOLD, Tailings Dams – Risk of Dangerous Occurrences, Lessons Learnd from Practical Experiences – Bulletin 121, Paris: International Commission on Large Dams, https://www.icold-cigb.org/, 2001.

[9] U.S. Commission on Large Dams (USCOLD), https://www.ussdams.org/

[10] U.S. Environmental Protection Agency-EPA, https://www.epa.gov/

[11] Nišić D., Razvoj modela za procenu rizika na deponijama industrijskog otpada mineralnog porekla – doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 2018.

[12] R. N. C. D. Santos, L. M. M. S. Caldeira, J. P. B. Serra , "FMEA of a tailings dam," Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards, vol. 6, no. 2, pp. 89-104, 2012.